

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Комсомольский-на-Амуре государственный технический университет»

Кафедра «Электромеханика»

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор ГОУ ВПО «КнАГТУ»

А.Р. Куделько

2013 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины (курса) «Электрические и электронные аппараты»

основной образовательной программы подготовки дипломированных

бакалавров по направлению 140200.62 – «Электроэнергетика»

Форма обучения

очная

Технология обучения

традиционная

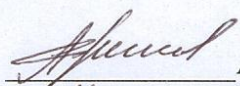
Объем дисциплины

100 часов 3 зачётные единицы

Комсомольск-на-Амуре 2013

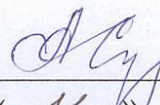
Рабочая программа обсуждена и одобрена на заседании кафедры
«Электромеханика»

Заведующий кафедрой

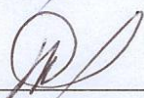

А.В. Сериков
« 11 » 02 2013 г.

СОГЛАСОВАНО:

Начальник учебно-методического управления

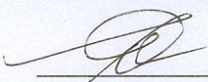

А.А. Скрипилев
« 11 » 02 2013 г.

Декан электротехнического факультета


А.Н. Степанов
« 11 » 02 2013 г.

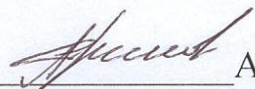
Рабочая программа рассмотрена, одобрена и рекомендована к использованию методической комиссией электротехнического факультета

Председатель методической комиссии


Н.Е. Дерюжкова
« 11 » февраля 2013 г.

Авторы рабочей программы:

к.т.н., доцент кафедры «Электромеханика»


А.В. Сериков
« 11 » 02 2013 г.

ВВЕДЕНИЕ

Данная рабочая программа предназначена для студентов очной формы обучения направления подготовки бакалавров 140200.62 «Электроэнергетика», обучающихся с использованием традиционной технологии. Дисциплина «Электрические и электронные аппараты» входит в национально-региональную компоненту общепрофессиональных дисциплин. Рабочая программа составлена на основе государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования подготовки бакалавра техники и технологии направления 140200.62 – «Электроэнергетика» (в дальнейшем – ГОС).

1 ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

1.1 Предмет, цели, задачи и принципы построения курса «Электроэнергетика»

Согласно ГОС к области профессиональной деятельности выпускника по направлению 140200 относится электроэнергетика. Объектами профессиональной деятельности выпускника являются: электрические станции и подстанции, линии электропередачи, электроэнергетические системы; системы электроснабжения объектов техники и отраслей хозяйства; электроэнергетические, технические, физические и технологические установки высокого напряжения; устройства автоматического управления и релейной защиты в электроэнергетике; энергетические установки, электростанции и комплексы на базе нетрадиционных и возобновляемых источников энергии; гидроэлектростанции и гидроэнергетические установки. Выпускник может заниматься конструкторско-технологической, научно-исследовательской, организационно-управленческой и эксплуатационной деятельностью. Бакалавр по направлению «Электроэнергетика» может быть подготовлен к участию в решении проектных, сервисных и монтажно-наладочных задач. Поэтому целью изучения дисциплины «Электрические и электронные аппараты» является приобретение знаний, умений и навыков, необходимых бакалавру направления 140200.62 «Электроэнергетика» для осуществления практической деятельности, связанной с применением, выбором и эксплуатацией современной электрической низковольтной и высоковольтной аппаратуры, основанной на принципах электромеханики и силовой электроники.

Важное значение в дисциплине отводится глубокому анализу физических процессов, характеризующих работу электротехнических устройств и аппаратов, вопросам организации контроля, измерения, защиты, управ-

ления и регулирования установок, предназначенных для передачи, преобразования, распределения и потребления электроэнергии.

В результате освоения программы бакалавр должен быть знаком с современной электрической низковольтной и высоковольтной аппаратурой, концепцией её развития и общими аспектами обеспечения и повышения качества, надежности и других эксплуатационных и потребительских характеристик; иметь представление о системах диагностики состояния и работоспособности электрооборудования, отладки и настройки его на заданные параметры.

Бакалавр по направлению «Электроэнергетика» подготовлен к решению следующих профессиональных задач:

а) *В области конструкторской и технологической деятельности:* расчет схем и элементов основного оборудования, вторичных цепей, устройств защиты и автоматики электроэнергетических объектов; расчет режимов работы электроэнергетических установок различного назначения, определение состава оборудования и его параметров, схем электроэнергетических объектов; разработка технологических узлов электроэнергетического оборудования в составе творческого коллектива.

б) *В области научно-исследовательской деятельности:* выполнение экспериментальных исследований по заданной методике, обработка результатов экспериментов; участие в разработке новых методов и технических средств испытаний параметров технологических процессов и изделий под руководством инженера.

в) *В области эксплуатационной деятельности:* определение и обеспечение эффективных режимов технологического процесса по заданной методике; контроль режимов работы оборудования объектов электроэнергетики; осуществление оперативных изменений схем, режимов работы энергообъектов; составление и оформление оперативной документации, предусмотренной правилами эксплуатации оборудования и организации работы; участие в наладочных, ремонтных и профилактических работах на объектах электроэнергетики.

Бакалавр по направлению 140200.62 «Электроэнергетика» должен иметь теоретические и практические знания и навыки по применению методов выбора электрических аппаратов для систем электроснабжения, систем защиты и методов анализа основных процессов при включенном состоянии и во время осуществления коммутации, должен знать устройство основных низковольтных и высоковольтных электрических и электронных аппаратов; иметь представление об основных физических процессах и явлениях, сопровождающих работу электрических аппаратов, иметь представление об основных номинальных и предельных параметрах отдельных видов аппаратуры.

Предмет курса. Знакомство с принципами действия и назначением основных видов электрических и электронных низковольтных и высоковольтных аппаратов. Изучение тепловых, электромагнитных, механических и коммутационных процессов в электрических аппаратах.

Цели и задачи курса. Дисциплина «Электрические и электронные аппараты» является общепрофессиональной дисциплиной, имеющей целью изучение современной электрической низковольтной и высоковольтной аппаратуры, основанной на принципах электромеханики и силовой электроники. Задачами дисциплины являются формирование теоретических и практических знаний, умений и навыков по применению современного электротехнического оборудования, которое используется для включения и отключения электрических цепей, контроля, измерения, защиты, управления и регулирования установок, предназначенных для передачи, преобразования, распределения и потребления электроэнергии. Дать представление об устройстве основных низковольтных и высоковольтных электрических и электронных аппаратов и физических процессах и явлениях, сопровождающих работу электрических аппаратов.

Решение этих задач позволит выполнить перечисленные требования ГОС.

Принципы построения курса.

В плане подготовки деятельности бакалавра направления 140200.62 «Электроэнергетика» курс «Электрические и электронные аппараты» является важным звеном, объединяющим различные дисциплины в области практической подготовки, и обеспечивает соответствие основным квалификационным требованиям и характеристикам.

Дисциплина «Электрические и электронные аппараты» состоит из семи основных разделов:

- Электрический аппарат как средство управления режимами работы, защиты и регулирования параметров системы;
- Электромеханические аппараты автоматики, управления, распределительных устройств и релейной защиты;
- Физические явления в электрических аппаратах;
- Электрические контакты;
- Термическая и электродинамическая стойкость электрических аппаратов;
- Бесконтактные полупроводниковые электрические аппараты;
- Датчики электрических и неэлектрических величин.

Для формирования навыков проведения расчетов электрических аппаратов студенты выполняют расчетно-графическое задание по определению тягового усилия электромагнитов постоянного и переменного тока и

расчёту катушки. В ходе выполнения задания проводятся необходимые расчеты и построения графиков. Результаты представляются в виде отчета.

1.2 Роль и место курса «Электрические и электронные аппараты» в структуре реализуемой образовательной программы

Курс обеспечивает приобретение базовых знаний и умений в соответствии с ГОС, а также содействует фундаментализации образования, формированию мировоззрения и развитию системного мышления при подготовке бакалавров по направлению «Электроэнергетика».

Полученные при изучении дисциплины «Электрические и электронные аппараты» знания, умения и навыки могут использоваться при выполнении выпускной квалификационной работы, а также в практической деятельности выпускников.

Для успешного усвоения курса «Электроэнергетика» необходимы знания, получаемые при изучении следующих дисциплин: «Математика», «Физика», «Теоретические основы электротехники», «Материаловедение», «Метрология, стандартизация и сертификация», «Информационно-измерительная техника и электроника», «Начертательная геометрия. Инженерная графика», «Экология», «Электромеханика».

Знания, умения и навыки, приобретенные при изучении курса «Электрические и электронные аппараты», необходимы для изучения общепрофессиональных и специальных дисциплин «Электроэнергетика», «Релейная защита и автоматизация энергетических систем», «Техника высоких напряжений», «Электрические станции и подстанции», «Электроснабжение».

Роль и место курса «Электрические и электронные аппараты» в реализуемой образовательной программе по подготовке бакалавра направления 140200.62 «Электроэнергетика» характеризует структурная схема, представленная на рисунке 1.

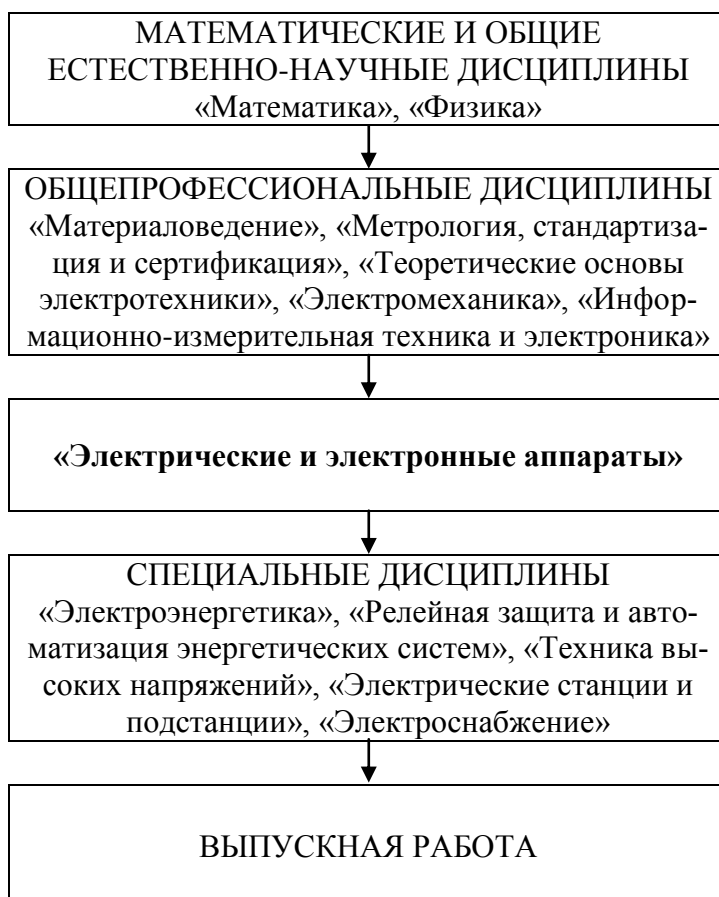


Рисунок 1 – Структурная схема дисциплин направления 140200.62 «Электроэнергетика»

1.4 Объёмы учебной работы и формы аттестации её результатов, предусмотренные рабочими учебными планами реализуемой образовательной программы

Характеристика учебной работы и трудоёмкость изучения дисциплины, выраженные в объёмах, как в целом, так и в разрезе различных видов учебной деятельности студента, предусмотренные рабочим учебным планом, представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Характеристика трудоёмкости курса «Электрические и электронные аппараты»

Виды учебной работы	Семестр	Объемы учебной работы (в семестре/в неделю), ч.			Объемы учебной работы в кредитах «зачетных единицах»
		аудиторные	самостоятельная работа	всего	
1	2	3	4	5	6
1. Предусмотренный рабочим учебным планом объем изучения курса в учебных семестрах:					
- всего,	-	51/3	49/3	100/6	3
- в т.ч. по семестрам	6	51/3	49/3	100/6	3
2. По видам аудиторных занятий:					
- лекции	6	34/2	-	34/2	1
- лабораторные занятия	6	17/1	-	17/1	0,5
3. Аттестация по курсу:					
- зачет	6	-	-	-	-
- экзамен	6	-	-	36	1
4.Итого объем курса по семестрам (записи в зачетную книжку):					
- зачет	6	-	-	34	1
- экзамен	6	-	-	66	2
5.Итого трудоемкость курса (дисциплины)	-	-	-	100	3

2 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ КУРСА «ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ И ЭЛЕКТРОННЫЕ АППАРАТЫ»

В курсе «Электрические и электронные аппараты» рассматриваются вопросы, относящиеся к изучению физических процессов, характеризующих работу электротехнических устройств и аппаратов, организации контроля, измерения, защиты, управления и регулирования установок, предназначенных для передачи, преобразования, распределения и потребления электроэнергии. Рассматриваются основные конструктивные узлы и элементы электрических аппаратов в целом. Курс «Электрические и электронные аппараты» состоит из введения и семи разделов.

Во введении поясняются цели, задачи и структура курса.

Раздел 1. Электрический аппарат как средство управления режимами работы, защиты и регулирования параметров системы. Общие понятия об

электрических и электронных аппаратах. Классификация электрических и электронных аппаратов по назначению, по току и напряжению, по области применения. Применение электрических и электронных аппаратов в системах электроснабжения, электропривода и электрического оборудования.

Раздел 2. Электромеханические аппараты автоматики, управления, распределительных устройств и релейной защиты. Устройство и принципы действия, основные параметры автоматических выключателей, контакторов, пускателей, предохранителей, электромагнитных и тепловых реле, электромеханических аппаратов управления. Устройство и принцип действия электромагнитных муфт управления.

Раздел 3. Физические явления в электрических аппаратах. Тепловые процессы и явления в электрических аппаратах. Электромагнитные процессы и их использование в аппаратуре. Магнитная цепь электромагнитов постоянного и переменного тока. Сила тяги электромагнитов. Рабочий цикл и динамика работы электромагнита. Процессы коммутации в электромеханических аппаратах.

Раздел 4. Электрические контакты. Понятие об электрических контактах. Сопротивление контактов. Тепловые процессы в контактах. Элементы механики коммутирующих контактов. Износ контактов. Контактные материалы. Электрическая дуга. Физические особенности дугового разряда. Способы гашения электрической дуги. Особенности гашения дуги в цепях постоянного и переменного тока.

Раздел 5. Термическая и электродинамическая стойкость электрических аппаратов. Понятие о предельных параметрах электрических аппаратов. Адиабатический режим нагрева и термическая стойкость. Расчет нагрева электрических аппаратов для различных режимов работы. Электродинамические усилия в электрических аппаратах. Расчет электродинамических усилий в отдельных элементах электрических аппаратов. Электродинамическая стойкость, стойкость к ударным электромагнитным нагрузкам.

Раздел 6. Общие принципы создания бесконтактных полупроводниковых электрических аппаратов. Тиристорные коммутаторы постоянного и переменного тока. Комбинированные контактно-полупроводниковые аппараты. Полупроводниковые реле тока и напряжения.

Раздел 7. Общие сведения о датчиках: назначение, классификация, требования, характеристики. Устройство и принцип действия контактных датчиков. Электромагнитные преобразователи индуктивного, индукционного и трансформаторного типа. Датчики для измерения параметров движения жидких и газообразных веществ.

3 КАЛЕНДАРНЫЙ ГРАФИК ИЗУЧЕНИЯ КУРСА «ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ И ЭЛЕКТРОННЫЕ АППАРАТЫ»

3.1. Лекции

Лекции по курсу «Электрические и электронные аппараты» предусматривают рассмотрение теоретических и проблемных вопросов в концентрированной, логически представленной форме, а также состояния и перспектив практического использования электрических аппаратов.

График лекционного курса «Электрические и электронные аппараты» представлен в таблице 2.

Таблица 2 – Программа лекций курса «Электрические и электронные аппараты»

№ п/п	Тематика лекций	Число часов
1	2	3
1	Общие понятия об электрических и электронных аппаратах. Классификация электрических и электронных аппаратов по назначению, по току и напряжению, по области применения. Применение электрических и электронных аппаратов в системах электроснабжения, электропривода и электрического оборудования.	2
2	Физические явления в электрических аппаратах. Тепловые процессы и явления в электрических аппаратах.	2
3	Термическая и электродинамическая стойкость электрических аппаратов. Понятие о предельных параметрах электрических аппаратов. Адиабатический режим нагрева и термическая стойкость.	2
4	Расчет нагрева электрических аппаратов для различных режимов работы.	2
5	Электродинамические усилия в электрических аппаратах. Расчет электродинамических усилий в отдельных элементах электрических аппаратов. Электродинамическая стойкость, стойкость к ударным электромагнитным нагрузкам.	2
6	Электрические контакты. Понятие об электрических контактах. Сопротивление контактов. Тепловые процессы в контактах. Элементы механики коммутирующих контактов. Износ контактов. Контактные материалы.	2
7	Электрическая дуга. Физические особенности дугового разряда. Способы гашения электрической дуги. Особенности гашения дуги в цепях постоянного и переменного тока.	2
8	Электромагнитные процессы и их использование в аппаратуре.	2

1	2	3
9	Магнитная цепь электромагнитов постоянного и переменного тока. Сила тяги электромагнитов. Рабочий цикл и динамика работы электромагнита.	2
10	Электромеханические аппараты автоматики, управления, распределительных устройств и релейной защиты. Устройство и принципы действия, основные параметры автоматических выключателей, контакторов, пускателей, предохранителей, электромагнитных и тепловых реле, электромеханических аппаратов управления.	4
11	Общие принципы создания бесконтактных полупроводниковых электрических аппаратов.	2
12	Тиристорные коммутаторы постоянного и переменного тока. Комбинированные контактно-полупроводниковые аппараты. Полупроводниковые реле тока и напряжения.	4
13	Общие сведения о датчиках: назначение, классификация, требования, характеристики.	2
14	Устройство и принцип действия контактных датчиков. Электромагнитные преобразователи индуктивного, индукционного и трансформаторного типа.	2
15	Датчики для измерения параметров движения жидких и газообразных веществ.	2
Итого по дисциплине		34

3.2 Лабораторные занятия

На лабораторных занятиях обучающиеся индивидуально и в группах закрепляют, углубляют и практически подтверждают теоретические концепции курса «Электрические и электронные аппараты», а также формируют и развивают умения и навыки планирования и проведения эксперимента по исследованию электрических аппаратов.

График реализации лабораторного практикума с указанием тематики лабораторных занятий и трудоемкости выполнения каждой лабораторной работы в академических часах представлен в таблице 3.

Таблица 3 – Программа лабораторных занятий

№ п/п	Тематика лабораторных занятий	Число часов
1	2	3
1	Исследование влияния силы контактного нажатия на переходное сопротивление контактов	2
2	Измерение сопротивления сдвоенного реактора	2
3	Исследование реле времени	2
4	Исследование реле тока и напряжения	2
5	Вольт-амперная характеристика ограничителя перенапряжений	2
6	Исследование плавких предохранителей	2

1	2	3
7	Времятоковая характеристика автоматического выключателя	2
8	Нагрев электромагнита постоянного тока	3
Итого по дисциплине		17

3.3 Объем, структура и содержание самостоятельной работы студентов, график ее выполнения

Самостоятельная работа проводится в специализированной лаборатории кафедры «Электромеханика», в вычислительном зале кафедры с использованием специализированного программного обеспечения MathCAD, в читальном зале университета. В рамках самостоятельной работы предусмотрено выполнение расчетно-графического задания по теме: «Расчет электромагнитов постоянного и переменного тока».

Виды самостоятельной работы студентов:

- подготовка к лекциям;
- обработка результатов экспериментов, оформление отчета и подготовка к защите лабораторных работ;
- подготовка, оформление и защита расчетно-графического задания;
- подготовка к проводимой в форме зачета промежуточной аттестации студента за семестр;
- подготовка к проводимой в форме экзамена промежуточной аттестации студента за семестр.

График выполнения самостоятельной работы приведен в таблице 4.

Таблица 4 – График выполнения самостоятельной работы студентов

Наименование работ	Неделя																	Итого по видам работ
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
Подготовка к лекциям	0,2	0,1	0,2	0,1	0,2	0,1	0,2	0,1	0,2	0,1	0,2	0,1	0,2	0,1	0,2	0,1	0,1	2,5
Оформление лабораторных работ и подготовка к защите		2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	24
Выполнение и защита РГЗ		1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1,5		22,5
ИТОГО	0,2	3,1	3,2	3,1	3,2	3,1	3,2	3,1	3,2	3,1	3,2	3,1	3,2	3,1	3,2	3,6	1,1	49

4. ТЕХНОЛОГИИ И МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ КОНТРОЛЯ РЕЗУЛЬТАТОВ УЧЕБНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

4.1 Технологии и методическое обеспечение контроля текущей успеваемости студентов

Для текущего контроля используется периодическая в течение семестра оценка результатов учебной деятельности каждого студента с учетом активности на лекционных занятиях, при защите лабораторных работ, соблюдения графика по выполнению РГЗ.

4.2. Технологии и методическое обеспечение промежуточной аттестации

Данный курс изучается в течение одного семестра, рабочим учебным планом предусмотрена аттестация в форме зачета и экзамена. Аттестация проводится по результатам учебной деятельности каждого студента с учетом его активности на лабораторных и лекционных занятиях, выполнения расчетно-графического задания и графика выполнения и защиты лабораторных работ. При этом к зачету допускаются студенты при наличии условий:

- выполнены и защищены в срок все лабораторные работы;
- выполнено и защищено расчетно-графическое задание;
- студент обладает понятийным аппаратом изучаемой дисциплины.

Зачет проводится в виде письменных ответов на вопросы, перечень которых приведен в разделе 4.4.2.

К экзамену допускаются студенты, успешно сдавшие зачет. Экзаменационный билет содержит два вопроса из перечня, приведенного в разделе 4.4.3. Экзаменационная оценка определяется как среднее арифметическое от двух оценок, полученных при ответах на вопросы билета.

4.3 Технологии и методическое обеспечение контроля выживаемости знаний, умений и навыков, сформированных при изучении дисциплины

Выживаемость знаний, умений и навыков, приобретенных в результате изучения курса «Электрические и электронные аппараты», выявляются при проведении экзамена по данному курсу, а также при проведении итогового междисциплинарного экзамена и при государственной аттестации и аккредитации направления. Педагогические измерительные материалы по направлению 140200.62 «Электроэнергетика» включают в себя вопросы по основным разделам курса.

4.4 Контролирующие материалы по курсу

4.4.1 Расчетно-графическое задание

Тема расчетно-графического задания: Расчет электромагнитов постоянного и переменного тока.

Провести расчет электромагнита с Ш-образным ярмом со следующими размерами: $a=2,1\text{см}$, $b=3\text{см}$, $c=2,3\text{см}$, $l=6\text{см}$, $\delta_{\min}=0,5\text{мм}$, $\delta_{\max}=5\text{мм}$, $F_T=4,7\text{Н}$, $U=220\text{В}$.

Порядок выполнения.

1. Построить схему замещения магнитной системы:
 - без учета магнитного сопротивления стали;
 - с учетом магнитного сопротивления стали.
2. Рассчитать магнитные проводимости рабочих и не рабочих воздушных зазоров для трех значений рабочего зазора: максимального, минимального и промежуточного (без учета потока выпучивания). По результатам расчета составить таблицу.
3. Рассчитать проводимость потока рассеяния. Определить значение проводимости рассеяния. Определить коэффициент рассеяния при трех значениях воздушного зазора. Результаты расчета свести в таблицу.
4. Определить суммарную проводимость всех воздушных промежутков (в соответствии со схемой замещения) для трех значений воздушного зазора. Результат свести в таблицу. Построить график зависимости суммарной проводимости от величины воздушного зазора $G_{\Sigma}=f(\delta)$.
5. Определить первую производную суммарной проводимости для трех значений воздушного зазора. Необходимо применить графический метод (по касательной к кривой суммарной проводимости). Результаты свести в таблицу и построить график $\frac{dG_{\delta}}{d\delta} = f(\delta)$.
6. Определить намагничивающую силу катушки постоянного тока по заданному тяговому усилию при максимальном зазоре. Сопротивление стали при расчете не учитывать.
7. Выбрать конструкцию и размер катушки.
8. Рассчитать катушку постоянного тока. Определить активную мощность, рассеиваемую в катушке и температуру нагрева катушки. Выбрать класс изоляции провода и допустимый режим работы электромагнита.
9. Рассчитать катушку переменного тока так, чтобы при максимальном рабочем зазоре электромагнит развивал такое же усилие, как и на постоянном токе.

10. Рассчитать и построить зависимость индуктивности катушки переменного тока от величины рабочего зазора $L=f(\delta)$. Расчет вести для тех же трех значений воздушного зазора, что и для электромагнита постоянного тока. Результаты расчета свести в таблицу.

11. Рассчитать и построить зависимость тока в катушке переменного тока от величины воздушного зазора $I=f(\delta)$. Найти отношение максимального тока к минимальному. Все результаты свести в таблицу.

12. Рассчитать и построить на одном графике тяговые характеристики на постоянном и переменном токе $F_T=f(\delta)$. При расчете сопротивление стали не учитывать. На переменном токе учитывать изменение тока при перемещении якоря.

4.4.2 Перечень вопросов к зачету по курсу «Электрические и электронные аппараты»

1. Каковы величины допустимой температуры нагрева для отдельных частей аппаратов при нормальном рабочем и при аварийном режимах работы?

2. Какие виды теплообмена имеют место в электрических аппаратах?

3. Что такое коэффициент теплоотдачи?

4. Каким образом проводится расчет нагрева электрических аппаратов при различных режимах работы?

5. Приведите и объясните зависимости, по которым можно определить температуру нагрева частей аппарата при продолжительном, кратковременном и повторно-кратковременном режимах работы.

6. Назовите особенности нагрева электрических аппаратов при коротком замыкании.

7. Как определяются допустимые значения температуры нагрева частей аппаратов и время протекания тока при коротком замыкании? Приведите аналитические зависимости.

8. Объясните природу возникновения электродинамических усилий в электрических аппаратах.

9. Какие существуют методы расчета электродинамических усилий? Назовите их отличительные особенности.

10. Перечислите основные виды конструкций коммутирующих контактов.

11. Объясните аналитическую зависимость значения переходного сопротивления контактов от силы нажатия, материала контактов.

12. Объясните зависимость величины переходного сопротивления контактных соединений от температуры нагрева.

13. Как изменяется переходное сопротивление контактных соединений при длительной эксплуатации?

14. Изложите причины эрозии, окисления и износа размыкаемых контактов. Перечислите и дайте краткую характеристику способам уменьшения этих явлений для увеличения надежности работы контактов.

15. Какие требования предъявляются к материалу контакта?

16. Объясните зависимость сопротивления контакта от значения падения напряжения на этом контакте.

17. Чем отличаются условия работы коммутирующих контактов при номинальном и аварийном токах?

18. Дайте сравнительную оценку твердометаллических и жидкометаллических контактов.

19. Перечислите и опишите формы электрического разряда в газах.

20. Приведите графическую зависимость падения напряжения от тока в разрядном промежутке.

21. Определите положительную и отрицательную роли возникновения электрической дуги.

22. Перечислите основные параметры электрической дуги.

23. Какие основные задачи решаются для успешного гашения электрической дуги?

24. Сформулируйте условия гашения дуги в цепях постоянного тока.

25. Сформулируйте условия гашения открытой дуги в цепях переменного тока.

26. Определите условия гашения в цепях переменного тока при активной деионизации.

27. Объясните необходимость применения специальных дугогасительных устройств.

28. Перечислите основные методы расчета магнитных проводимостей воздушных промежутков.

29. Изложите порядок расчета магнитной цепи постоянного тока для определения намагничивающей силы катушки при известном магнитном потоке в рабочем воздушном зазоре.

30. Изложите порядок расчета катушки напряжения электромагнита постоянного тока.

31. Приведите и объясните выражения для определения силы тяги электромагнита при постоянно действующей силе и при постоянном потокоцеплении.

32. Какие факторы влияют на тяговую и нагрузочную характеристики электромагнита постоянного тока?

33. Как изменится величина силы тяги электромагнита постоянного тока, если в воздушном зазоре будет создан магнитный поток такой же величины (амплитудное значение) переменного тока?

34. Объясните наличие вибрации в электромагнитах переменного тока и изложите способы ее уменьшения.

35. Объясните характер зависимости тока в обмотке электромагнита переменного тока от величины воздушного зазора.
36. Объясните тяговую характеристику электромагнита переменного тока.
37. Изложите порядок расчета времени срабатывания электромагнита.
38. Объясните принцип действия простейшего магнитного усилителя.
39. Перечислите и объясните основные виды характеристик и параметров реле.
40. Приведите классификацию реле и перечислите основные требования, предъявляемые к реле.
41. Опишите принцип согласования тяговой и противодействующей характеристик реле.
42. Объясните принцип работы поляризованного реле.
43. Перечислите основные виды индукционных реле, их особенности, а также области применения.
44. Объясните конструкцию и принцип действия тепловых реле, перечислите основные параметры и характеристики.
45. Сформулируйте и объясните требования, предъявляемые к предохранителям.
46. Объясните времятоковую характеристику предохранителя.
47. Как влияет форма и конструкция предохранителя на его характеристики?
48. Приведите критерии выбора материала плавкой вставки.
49. В чем состоит принцип работы предохранителя с токоограничением?
50. Перечислите основные параметры и характеристики датчиков.
51. Объясните принцип действия электромагнитных датчиков.
52. В чем состоит принципиальное отличие друг от друга индуктивных, индукционных и трансформаторных преобразователей?
53. Проведите сравнительную оценку электромагнитных датчиков.
54. Объясните принцип действия датчиков для измерения параметров движения жидких и газообразных веществ.
55. Перечислите основные особенности полупроводниковых электрических аппаратов.
56. Каковы основные принципы построения полупроводниковых электрических аппаратов постоянного тока?
57. Рассмотрите работу тиристорного выключателя постоянного тока в автоматическом и операторном режимах работы.

58. Перечислите характерные особенности тиристорных выключателей постоянного тока.

59. Объясните принцип работы простейшего тиристорного коммутатора переменного тока.

60. Объясните работу тиристорного контактора переменного тока в режиме ключа и в режиме регулятора тока.

61. Объясните необходимость использования комбинированных контактно-полупроводниковых аппаратов.

62. Рассмотрите принцип действия полупроводникового реле тока.

63. Перечислите основные логические функции.

64. Изложите принцип работы магнитных логических элементов, выполняющих логические функции И, ИЛИ, НЕ.

4.4.3 Перечень вопросов к экзамену по курсу «Электрические и электронные аппараты»

1. Электрические аппараты. Классификация, требования.
2. Виды теплообмена в электрических аппаратах.
3. Режимы нагрева электрических аппаратов.
4. Потери в электрических аппаратах. Поверхностный эффект, эффект близости.
5. Нагрев электрических аппаратов при коротком замыкании.
6. Электродинамические усилия (ЭДУ) в электрических аппаратах. Методы расчета ЭДУ.
7. Электродинамические усилия в витке и катушке. Электродинамическая стойкость.
8. Электродинамические усилия при переменном токе.
9. Расчет магнитных цепей. Основные законы для магнитной цепи.
10. Расчет магнитной цепи электромагнитов постоянного тока без учета и с учетом магнитных сопротивлений стали и потоков рассеяния.
11. Расчет магнитной цепи электромагнитов переменного тока.
12. Расчет обмотки электромагнитов постоянного и переменного тока.
13. Рабочий цикл электромагнита.
14. Сила тяги электромагнита постоянного тока.
15. Сила тяги электромагнита переменного тока.
16. Сравнение тяговых характеристик электромагнитов постоянного и переменного тока.
17. Динамика работы электромагнита. Время трогания и время движения якоря.
18. Способы ускорения и замедления срабатывания электромагнитов.
19. Основные характеристики и параметры электромагнитов.

20. Поляризованные электромагниты.
21. Постоянные магниты. Основные параметры и характеристики.
22. Электрический контакт. Классификация, требования и режимы работы.
23. Нагрев электрических контактов. Сваривание электрических контактов.
24. Материалы электрических контактов.
25. Конструкции электрических контактов.
26. Расчет электрических контактов.
27. Общие свойства электрической дуги. Особенности дугового разряда.
28. Способы гашения электрической дуги.
29. Гашение электрической дуги в цепях постоянного тока.
30. Гашение электрической дуги в цепях переменного тока.
31. Контактные аппараты. Назначение. Конструкции.
32. Магнитные пускатели. Назначение. Конструкции.
33. Классификация реле. Параметры. Характеристики реле.
34. Электромагнитные реле. Классификация, требования, характеристики.
35. Электромагнитные реле тока и напряжения. Конструкции. Характеристики.
36. Индукционные реле. Конструкции. Характеристики.
37. Поляризованные реле. Конструкции. Характеристики.
38. Реле времени. Конструкции. Характеристики.
39. Предохранители. Требования, вольт-амперная характеристика.
40. Тепловые реле. Конструкции. Характеристики.
41. Герконовые реле. Конструкции. Характеристики.
42. Индукционная муфта. Конструкция, принцип действия, характеристика.
43. Электромагнитные фрикционная и ферропорошковая муфты.
44. Принцип создания бесконтактных коммутаторов. Характеристика функциональных свойств полупроводниковых электрических аппаратов.
45. Принципы создания полупроводниковых электрических аппаратов постоянного тока. Устройства коммутации и защиты сетей постоянного тока.
46. Быстродействующий тиристорный выключатель постоянного тока.
47. Тиристорные коммутаторы цепей переменного тока.
48. Комбинированные контактно-полупроводниковые аппараты. Их характерные особенности.
49. Датчики неэлектрических величин. Классификация, требования, характеристики.

50. Электромагнитные преобразователи.
51. Индуктивные преобразователи. Дифференциальные индуктивные преобразователи.
52. Трансформаторные преобразователи.
53. Индукционные преобразователи.
54. Измерение параметров движения жидких и газообразных веществ.
55. Полупроводниковые реле тока и напряжения.
56. Полупроводниковые логические элементы.
57. Магнитные логические элементы.

5 РЕСУРСНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ КУРСА

5.1 Список основной учебной и учебно-методической литературы

1. Электрические и электронные аппараты. В 2 т. : учебник для студ. высш. учеб. заведений / под ред. А.Г. Годжелло, Ю.К. Розанова. – М. : Издательский центр «Академия», 2010. – 2 т.
2. **Чунихин, А.А.** Электрические аппараты: Общий курс. Учебник для вузов / А.А. Чунихин. – М.: Энергоатомиздат, 1988. – 720 с.
3. **Буль, Б.К.** Основы теории электрических аппаратов: Учеб. пособие для электротехнических специальностей вузов / Б.К. Буль, Г.В. Буткевич, А.Г. Годжелло / под ред. Г.В. Буткевича. – М.: Высшая школа, 1990. – 600 с.
4. **Кукеков, Г.А.** Полупроводниковые электрические аппараты: Учебное пособие для вузов / Г.А. Кукеков, К.Н. Васерина, В.П. Лунин. – Л.: Энергоатомиздат. Ленинградское отделение, 1991. – 256 с.

5.2 Список дополнительной учебной, учебно-методической и научной литературы

1. **Белкин, Г.С.** Коммутационные процессы в электрических аппаратах / Г.С. Белкин. – М. : Знак, 2003.
2. **Белкин, Г.С.** Тепловые процессы в электрических аппаратах / Г.С. Белкин. – М. : Знак, 2006.
3. **Таев, И.С.** Электрические аппараты управления: Учебное пособие для вузов / И.С. Таев. – М.: Высшая школа, 1984. – 247с.
4. **Шопен, Л.В.** Бесконтактные электрические аппараты автоматики. Учебное пособие для вузов / Л.В. Шопен. – М.: Энергия, 1986. – 567с.

5. **Соболев, С.Н.** Расчет и конструирование низковольтной электрической аппаратуры. Учебник для техникумов / С.Н. Соболев – М.: Высшая школа, 1981. – 264с.

6. **Родштейн, Л.А.** Электрические аппараты: Учебник для техникумов / Л.А. Родштейн. – Л.:Энергоиздат. Ленинградское отделение, 1981. – 304с.

7. **Коновалов, О.А.** Электрические и электронные аппараты: Учеб.пособие / О.А. Коновалов, А.В. Пяталов. – Комсомольск-на-Амуре: ГОУВПО «КНАГТУ», 2002. – 143 с.

5.3 Перечень программных продуктов, используемых при изучении курса

Программные продукты, используемые при изучении курса и выполнении лабораторных работ и расчетно-графического задания: стандартные программы, используемые студентами для подготовки: MS Word, Excel, MathCAD.

При изучении теоретических разделов дисциплины желательно использование студентами информационных ресурсов Internet.

№	Наименование ресурса	Краткая характеристика
1	http://www.iqlib.ru	Интернет-библиотека образовательных изданий, в которой собраны электронные учебники, справочные и учебные пособия. Удобный поиск по ключевым словам, отдельным темам и отраслям знаний.
2	http://www.twirpx.com/files/tek	Twirpx.com – это служба, обеспечивающая с помощью веб-интерфейса, расположенного только по адресу http://www.twirpx.com , и специализированного аппаратно-программного обеспечения хранение, накопление, передачу и обработку материалов Пользователей, представленной в электронном виде в публичный доступ. Интернет-библиотека, в которой собраны электронные учебники, справочные и учебные пособия. Удобный поиск по ключевым словам, отдельным темам и отраслям знания